在饮水条件反射中大鼠海马CA_3区突触效应的变化*

CHANGES ON SYNAPTIC EFFICACY AT THE HIPPOCAMPAL CA_3 AREA OF RATS DURING DRINKING CONDITIONING

关键词：大鼠，突触可塑性，海马，记忆

Key words: Rat, Synaptic plasticity, Hippocampus, Memory

我们的工作表明，大鼠在明暗辨别学习过程中海马齿状回有习得性长时程增强(Long-term potentiation, LTP)现象，又CA_3区在大鼠学习和记忆过程有重要作用。本实验观察大白鼠海马CA_3区锥体细胞在条件性饮水反应的建立、巩固和消退过程中其突触效应的变化规律，以进一步探讨习得性LTP的特性，及从突触水平探讨海马CA_3区在学习记忆功能中的作用。

材　料　和　方　法

实验用SD系体重190～230克的雄性大白鼠。应用慢性埋植电极技术，以电生理学方法结合行为学方法来进行研究。刺激电极埋植于内嗅区穿通纤维（Ap 7.0，L 4.4～4.5，H 5.6～6.0），记录电极埋植于海马 CA_3 区锥体细胞层（Ap 3.0～3.2，L 3.2—3.5，H 3.8.—4.2）记录突触后诱发电位。采用以灯光为条件信号的饮水条件反射学习模型训练动物。每实验日训练20次，以连续10次测试的正确反应率达90%以上为学会标准；达到学会标准后进行巩固性训练，动物连续三天的正确反应率在90%以上即认为达巩固标准；达到巩固标准后进行消退训练，以连续10次测试的正确反应率在10%以下为消退成功的标准。每实验日训练前后检测其群体峰电位(population spike，PS)，电位经放大器放大后输入KDS—Ⅰ型数据处理机处理。用示波器监测及x—y记录仪扫描。动物训练前的PS值为初始值，定为100。

结　果　及　讨　论

一、在条件反应建立期间，大鼠海马CA_3区突触效应出现习得性长时程增强现象。

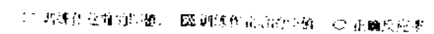
结果如图1所示，第一天训练作业结束时PS的峰值为训练前的 98.8±6.2%，与训练前相比无明显变化（$P>0.05$），但第二天训练作业前，PS峰值增大为131.5±22.2%，其后随着训练的增加PS峰值也明显增大。动物达到学会标准的当日，训练作业前的动物PS峰值增大为初始值的219.3±56.5%，与训练前相比，差异极显著（$P<0.01$）。此时，PS的潜伏期也明显缩短，初潜期和峰潜期分别由第一次训练前的2.67±0.27 ms及3.25±0.28 ms缩短到2.25±0.30 ms和2.80±0.26 ms，差异均极显著（$P<0.01$）；同日，在训练作业后其PS值为211.4±59.1%，初潜期为2.25±0.25 ms，峰潜期为2.81±0.24 ms，与该天作业前相比无显著差异（$P>0.05$）。而每天进行条件刺激与非条件刺激不配对给予的对照组动物，给7个实验日，PS为实验前的92.9±14.3%（图2），初潜期在实验前后分别为2.69±0.28 ms，2.65±0.30 ms，峰潜期分别为3.27±0.26 ms，3.22±0.29 ms，表明均无明显变化($P>0.05$)；动物亦无条件反应出现。说明动物出现的长时程突触增强是由学习训练所引起的，即突触效应的这种可塑性变化是与学习记忆过程密切相关的。

（下转362页）

本文1988年7月25日收到，1989年1月16日修回。

* 国家自然科学基金资助项目。

（上接348页）



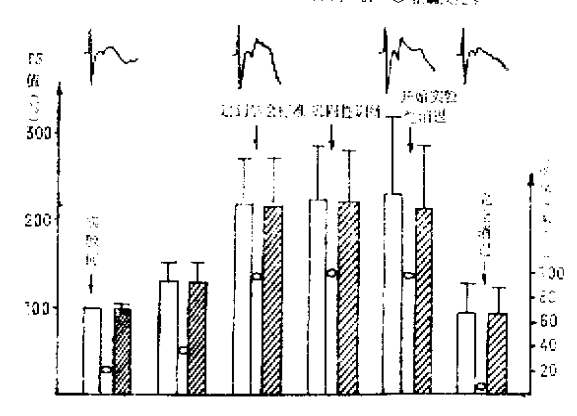


图 1．实验组动物PS值的变化与行为正确反应率的关系（n＝9）。上方为20号动物的PS波（第 1 实验日训练作业前的PS峰值为100）。

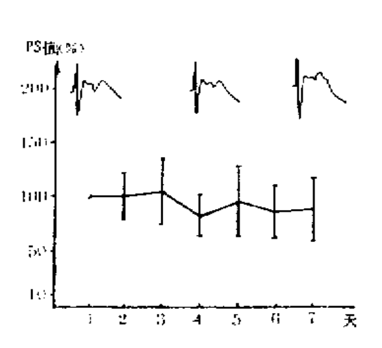


图 2．对照组动物PS的变化（n＝7）上方为21号动物的PS波

二、习得性LTP的保持、消退与条件反应的保持和消退相一致。

在条件反应巩固期间，习得性LTP水平保持不变（图 1）。动物达到巩固标准的当日，训练作业前的PS值为初始值的236±94.1%，初潜期为2.24±0.2 ms，峰潜期为2.78±0.25 ms，与达到学会标准的当日的各项指标相比均无显著性差异($P>0.05$)。

当进行条件反应的实验性消退时，习得性LTP亦产生消退（图 1）。在条件性饮水反应达到消退标准之日的训练作业前，PS峰值降为实验前的95.2±35.3%，初潜期、峰潜期分别为2.65±0.28 ms，3.20±0.30 ms，与实验前PS的初始值相比均无显著性差异（$P>0.05$），但与学会和巩固期间相比其差异均极显著($P<0.01$)。而在消退训练作业结束后，PS峰值为实验前的PS初始值的93.5±41.1%，初潜期为26.5±0.25 ms，峰潜期为3.21±0.29 ms，与该天消退训练作业前相比，均无显著性差异($P>0.05$)。表明条件反应的保持和消退是和习得性LTP的保持和消退相应的。

三、突触效应的变化超前于习得行为的变化。

从图 1、图 2 所示可知，当PS峰值增大至最高水平（相当于初始值的二倍左右）后，动物在随后的学习训练中即达到学会标准；而在消退训练中，当PS降低到训练前水平，即LTP完全消退时，动物在随后的消退训练中即达到消退成功的标准。表明突触效应的变化超前于习得行为的变化，可能突触效应的变化是行为变化的基础。故可以认为习得性LTP很可能是记忆的神经基础之一。本实验从突触水平证明了海马CA_3区既参与记忆的形成，也参与长时记忆的保持。

余潮阳　　区英琦　　许世彤
Yu Chaoyang　Ou Yingqi　Xu Shitong

（华南师范大学神经生理研究室，广州）
(*Neurophysiology Research Laboratory, South China Normal University*, *Guangzhou*)